

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 35 798 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 04 L 27/00  
H 04 B 1/30  
H 03 D 3/00

21 Aktenzeichen: 197 35 798.9-31  
22 Anmeldetag: 18. 8. 97  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 7. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

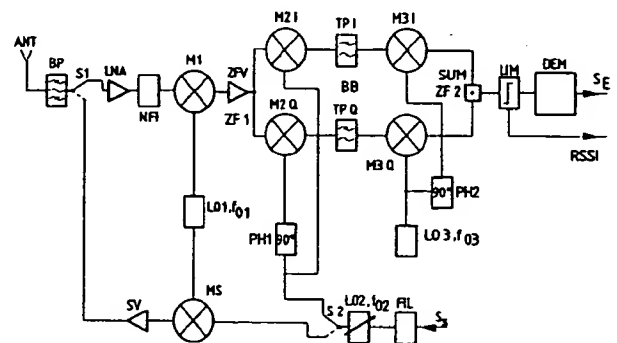
72 Erfinder:  
Sydon, Uwe, Dipl.-Ing., 40474 Düsseldorf, DE

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

GB 22 86 950 A  
= WO 36 36 104 A1  
EP 02 70 160 A1  
= DE 3 7 88 85 8T2

54 Sendeempfänger

57 Ein Sendeempfänger mit einem ersten Mischer (M1) für das Ausgangssignal eines Eingangsverstärkers (LNA) und den Ausgang eines ersten Festfrequenz-Lokaloszillators (LO1), wobei die sich ergebende erste Zwischenfrequenz (ZF1) den Mischstufen (M2I, M2Q) eines Doppelaufwärtsmischers in das Basisband (BB) mit stellbarem Lokaloszillator (LO2) zugeführt ist, mit einem auf die Tiefpässe (TP1, TPQ) folgenden Doppelaufwärtsmischer (M3I-M3Q), dessen beiden Mischstufen (M3I, M3Q) das I- bzw. Q-Signal sowie Signale eines dritten Festfrequenz-Lokaloszillators (LO3) zur Bildung einer zweiten Zwischenfrequenz (ZF2) zugeführt sind, einem Summenbildner (SUM) zur Addition der I- und Q-Signale der zweiten Zwischenfrequenz zu einem Signal mit konstanter Hüllkurve und mit einer darauffolgenden Begrenzungsstufe (LIM), auf welche als Auswerteschaltung ein Demodulator (DEM) folgt, wobei im Sendebetrieb die zu übertragenden Signale dem stellbaren Lokaloszillator (LO2) zu dessen Modulation zugeführt sind, ein Sendemischer (MS) vorgesehen ist, dem das modulierte Ausgangssignal des stellbaren Lokaloszillators (LO2) sowie das Ausgangssignal des ersten Festfrequenzoszillators (LO1) zugeführt ist, und das Ausgangssignal des Sendemischers (MS) nach Verstärkung in einem Sendeverstärker (SV) als Sendesignal zur Verfügung steht.



DE 197 35 798 C 1

DE 197 35 798 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Empfängerschaltung für den Empfang hochfrequenter Funksignale, mit einem Eingangsfilter und einen darauf folgenden rauscharmen Eingangsverstärker mit einem Doppelmischer dem das HF-Signal und der Ausgang eines Lokaloszillators zugeführt ist, zur Erzeugung einer I- und Q-Komponente mit Tiefpässen für die I- und Q-Komponenten und mit einer Auswerterschaltung für die I- und Q-Signale.

Weiters bezieht sich die Erfindung auf einen Sendeempfänger, welcher eine derartige Empfängerschaltung verwendet.

Empfänger/Senderkonzepte für den Empfang von FSK-modulierten Hochfrequenzsignalen, insbesondere in Frequenzbereichen der GHz-Größenordnung, wie sie beispielsweise für Mobiltelefone und Pager in Frage kommen, sind nicht vollständig auf einem Halbleiterchip integrierbar, da zur Realisierung der erforderlichen Selektivität entsprechende Filter, wie Oberflächenwellen (SAW)-Filter, erforderlich sind, welche als solche einer Vollintegration im Wege stehen. Ein anderes Problem, das sich der Integration in einem IC-Baustein entgegenstellt, sind die Anforderungen bezüglich niedrigen Phasenrauschens an die Oszillatoren.

Eine Lösungsmöglichkeit liegt darin, den Empfänger als Homodyn-Empfänger auszubilden, um ZF-Filter zu vermeiden, die – verglichen mit den übrigen Bauelementen eines Empfängers – verhältnismäßig groß und teuer sind. Dabei treten aber regelmäßig Probleme bei der Realisierung der erforderlichen automatischen Verstärkungsregelung (AGC) auf.

Ein Lösungsvorschlag für einen Homodyn-Empfänger ist der GB 2 286 950 A (Roke Manor) zu entnehmen. Dabei wird das Eingangssignal nach Filterung und Verstärkung einem Doppelmischer zugeführt, d. h. zwei Mischern, die mit einem Ausgangssignal eines Lokaloszillators bzw. mit dem um  $90^\circ$  gedrehten Ausgangssignal arbeiten, so daß ein I- und ein Q-Signal erzeugt werden. Das I- und das Q-Signal wird je über einen Tiefpaß geführt. Die darauf folgende Auswerterschaltung verwendet Addierer und Begrenzer um insgesamt vier Ausgangssignale zu erhalten, die letztlich acht, je um  $45^\circ$  gegeneinander verdrehte Phasenzustände repräsentieren, und die einer Decodierschaltung zugeführt werden. In dem Dokument ist auch eine Schaltung beschrieben, die zu insgesamt 16 Phasenzuständen führt, doch wird der Aufwand z. B. an Begrenzern immer größer. Im übrigen ist die vorher beschriebene Empfängerschaltung in erster Linie für niedrige Datenraten, z. B. in Pagem bestimmt.

Eine ähnliche Empfangsschaltung, die besondere Maßnahmen vorsieht, um ein Einrasten der PLL-Schleife bei falschen Frequenzen zu vermeiden, ist in der EP 0 270 160 (Siemens Telecomunicazioni) beschrieben.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt darin, eine Empfänger- bzw. Senderschaltung zu schaffen, die bei Sendeempfängern ein Höchstmaß an Integration ermöglicht, ohne daß Probleme mit einer Verstärkungsregelung oder mit Phasenrauschen auftreten.

Diese Aufgabe wird mit einer Empfängerschaltung der eingangs genannten Art gelöst, welche erfindungsgemäß gekennzeichnet ist durch einen ersten Mischer zur Bildung einer ersten Zwischenfrequenz, welchem das Ausgangssignal des Eingangsverstärkers sowie der Ausgang eines ersten Festfrequenz-Lokaloszillators zugeführt ist, wobei die erste Zwischenfrequenz den beiden Mischstufen des Doppelmischers zugeführt ist, dessen Lokaloszillator stellbar ist und der als Abwärtsmischer in das Basisband ausgebildet ist, einen auf die Tiefpässe folgenden Doppelaufwärtsmischer,

dessen beiden Mischstufen das I- bzw. das Q-Signal sowie der Ausgang bzw. der um  $90^\circ$  phasengedrehte Ausgang eines dritten Festfrequenz-Lokaloszillators zur Bildung einer zweiten Zwischenfrequenz zugeführt ist, einen Summenbildner zur Addition der aufwärts gemischten I- und Q-Signale der zweiten Zwischenfrequenz zu einem Signal mit konstanter Hüllkurve und eine Begrenzungsstufe für das zusammengesetzte Signal der zweiten Zwischenfrequenz, auf welche als Auswerterschaltung ein Demodulator folgt.

Die Erfindung bietet den Vorteil, daß sie zu einem durchstimmbaren Empfänger führt, bei welchem jedoch wegen der festen ersten Oszillatorfrequenz ein geringes Phasenrauschen realisierbar ist und wegen des Zusammensetzens der I- und Q-Komponenten zu einem Signal mit konstanter Hüllkurve auch die Frage der automatischen Verstärkungsregelung in den Hintergrund rückt.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung liegt eine FSK-Modulation vor und der Demodulator ist als Frequenzdiskriminator ausgebildet.

Eine Verbesserung der Empfangsleistung ergibt sich weiters, falls vor dem ersten Aufwärtsmischer ein Notchfilter zur Unterdrückung von Stör- und Rauschsignalen auf der Spiegelfrequenz vorgesehen ist.

In diesem Sinne kann es auch empfehlenswert sein, wenn eine Verstärkerstufe für die erste Zwischenfrequenz zwischen dem ersten Aufwärtsmischer und dem ersten Doppelmischer vorgesehen ist.

Im Sinne einer weitgehenden Integrierung auf einem Chip ist ein Sendeempfänger mit einem erfindungsgemäßen Empfänger vorteilhaft, bei welchem im Sendebetrieb die zu übertragenden Signale dem stellbaren Lokaloszillator zu dessen Modulation zugeführt sind, ein Sendemischer vorgesehen ist, dem das modulierte Ausgangssignal des stellbaren Lokaloszillators sowie das Ausgangssignal des ersten Festfrequenzoszillators zugeführt ist, und das Ausgangssignal des Sendemischers nach Verstärkung in einem Sendeverstärker als Sendesignal zur Verfügung steht.

Dabei kann ohne zusätzlichen Aufwand die Abstrahlung unerwünschter Frequenzen vermieden werden, falls im Sendebetrieb das Sendesignal über den Eingangsbandpaß der Antenne zugeführt ist.

Zur Bandbegrenzung der zu sendenden Signaldaten ist es vorteilhaft, wenn die zu sendenden Signale dem stellbaren Lokaloszillator über ein Filter zugeführt sind. Empfehlenswert ist eine FSK-Modulation, wobei dieses Filter, insbesondere für ein DECT-System, ein Gaußfilter sein kann.

Die Erfindung samt weiterer Vorteile ist im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in der Zeichnung veranschaulicht ist. In dieser zeigt die einzige Figur ein vereinfachtes Blockschaltdiagramm eines Sendeempfängers nach der Erfindung.

Aus dem Blockschaltdiagramm erkennt man, daß ein von einer Antenne ANT einlangendes Hochfrequenzsignal, z. B. im Bereich von 1,8 GHz, über ein Bandpaßfilter BP zu einem ersten Sende/Empfangs-Umschalter S1 gelangt und bei Empfangsstellung des Schalters S1, wie eingezeichnet, zu dem Eingang eines rauscharmen Eingangsverstärkers LNA. Von hier wird das Signal einem Notchfilter NFI zugeführt, um Störsignale und Rauschen auf der Spiegelfrequenz zu unterdrücken.

Es folgt nun eine erste Mischstufe mit einem Mischer M1, in welchem das verstärkte und gefilterte Eingangssignal mit einer ersten Frequenz  $f_{01}$  eines ersten Lokaloszillators LO1 auf eine erste Zwischenfrequenz ZF1, z. B. im Bereich von 110 MHz, gemischt wird. Dieser erste Lokaloszillator LO1 wird auf einer festen Frequenz betrieben, die – entsprechend der ersten Zwischenfrequenz – gleichfalls im GHz-Bereich liegt.

Dadurch ist es trotz der hohen Frequenz möglich, einen integrierbaren Synthesizer/Oszillator mit einer PLL-Schleife zu schaffen, bei welchem ein VCO (nicht gezeigt) über einem breiten Frequenzbereich an einen Referenzoszillator (nicht gezeigt) angekoppelt wird. Da das Phasenrauschen eines Synthesizers innerhalb seiner Loopbandbreite durch das Phasenrauschen des Referenzoszillators bestimmt ist, läßt sich im interessierenden Frequenzbereich ein sehr gutes Phasenrauschen realisieren. Dies unabhängig von den prozeßbedingten Limitierungen der IC-Technologie, was eben zu der erwähnten Integrierbarkeit führt.

In einem auf den Mischer M1 folgenden Zwischenfrequenzverstärker ZFV wird das erste Zwischenfrequenzsignal gepuffert und einem Doppelmischer M2I-M2Q zugeführt, nämlich einer Mischstufe M2I und einer Mischstufe M2Q. Diesem Doppelmischer ist ein zweiter Lokaloszillator LO2 zugeordnet, der stellbar ist und der Kanalwahl dient. Das Oszillatorsignal mit der Frequenz  $f_{02}$  wird der Mischstufe M2I zwecks Bildung einer I-Komponente I direkt und der Mischstufe M2Q zwecks Bildung einer Q-Komponente Q über einen 90°-Phasendreher PH1 zugeführt.

Der Doppelmischer M2I-M2Q mischt die erste Zwischenfrequenz in das Basisband BB herunter, im Bereich von 100 kHz, dessen I- und Q-Komponenten sodann in integrierten Tiefpaßfiltern TPI und TPQ einer Kanalfilterung unterzogen werden.

Da, wie bereits eingangs erwähnt, eine Demodulation komplexer, als I- und Q-Komponenten vorliegender Signale aufwendig ist, werden die I- und Q-Komponenten nach der Filterung in einem dritten Mischer, einem Doppelmischer M3I-M3Q, wieder von dem Basisband BB auf eine zweite Zwischenfrequenz ZF2, im Bereich von z. B. 10 MHz, hinaufgemischt. Hierzu sind zwei Mischstufen M3I und M3Q für die I- bzw. Q-Komponente des Basisbandes sowie ein dritter Lokaloszillator vorgesehen, dessen Ausgangssignal mit einer festen Frequenz  $f_{03}$  der einen Mischstufe direkt und der anderen nach 90°-Phasendrehung in einem Phasendreher PH2 zugeführt wird.

Die so durch Mischung entstandenen I- und Q-Komponenten werden in einem Summenbildner SUM zu einem "constant envelope" Signal, d. h. einem Signal mit konstanter Hüllkurve zusammengesetzt und dieses kann nun in bekannter Weise in einem Begrenzer LIM begrenzt werden. Auf den Begrenzer folgt ein Demodulator DEM, nämlich ein Frequenzdiskriminator, an dessen Ausgang das Empfangssignal  $s_E$  zur Verfügung steht. Ein Feldstärkeindikationssignal RSSI kann beispielsweise in dem Begrenzer LIM, natürlich vor der Signalbegrenzung, gewonnen werden.

In dem Blockschaltbild unten sind die wesentlichen Teile des Sendepfades gezeigt. Ein zu sendendes Signal  $s_S$ , i. a. ein Datensignal wird in einem Filter FIL bandbegrenzt. In einem DECT-System ist dieses Filter ein Gaußfilter. Der auf das Filter FIL folgende, stellbare zweite Lokaloszillator LO2 ist so ausgebildet, daß er im Sendebetrieb durch das gefilterte Signal  $s_S$  direkt FSK-moduliert werden kann. Das modulierte Ausgangssignal gelangt über den Schalter S2, der sich im Sendebetrieb in der strichlierten Stellung befindet, zu einem Sendemischer MS, dem weiters das Signal des ersten, festen Lokaloszillators LO1 zugeführt ist, wodurch das modulierte Ausgangssignal in das Sendeband hinaufgemischt wird und nach Verstärkung in einem Sendeverstärker SV über den Schalter S1 und den Bandpaß BP der Antenne ANT zugeführt wird.

Es ist zu betonen, daß hier lediglich ein Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, und dies in vereinfachter Form. Tatsächlich wird der Fachmann im Rahmen seines Wissens an geeigneter Stelle notwendige oder zweckmäßige Verstärkerstufen, Regelkreise, Filter, etc. einfügen. Die Erfindung

ist mit besonderem Vorteil auf alle Empfänger, insbesondere Sendeempfänger anwendbar, die digitale Daten unter Verwendung einer FSK-Modulation empfangen bzw. senden sollen, beispielsweise im DECT-System, und bei welchen eine weitgehende Integrierung der Bauteile gewünscht ist.

#### Patentansprüche

1. Empfängerschaltung für den Empfang hochfrequenter Funksignale, mit einem Eingangsfilter (BP) und einen darauf folgenden rauscharmen Eingangsverstärker (LNA), mit einem Doppelmischer (M2I-M2Q), dem das HF-Signal und der Ausgang eines Lokaloszillators (LO2) zugeführt ist, zur Erzeugung einer I- und Q-Komponente, mit ersten Filtern (TPI, TPQ) für die I- und Q-Komponenten, und mit einer Auswerteschaltung (LIM, DEM) für die I- und Q-Signale,

#### gekennzeichnet durch

einen ersten Mischer (M1) zur Bildung einer ersten Zwischenfrequenz (ZF1), welchem das Ausgangssignal des Eingangsverstärkers (LNA) sowie der Ausgang eines ersten Festfrequenz-Lokaloszillators (LO1) zugeführt ist, wobei die erste Zwischenfrequenz (ZF1) den beiden Mischstufen (M2I, M2Q) des Doppelmischers zugeführt ist, dessen Lokaloszillator (LO2) stellbar ist und der als Abwärtsmischer in das Basisband (BB) ausgebildet ist,

einen auf die ersten Filter (TPI, TPQ) folgenden Doppleraufwärtsmischer (M3I-M3Q) dessen beiden Mischstufen (M3I, M3Q) das I-bzw. das Q-Signal sowie der Ausgang bzw. der um 90°phasengedrehte Ausgang eines dritten Festfrequenz-Lokaloszillators (LO3) zur Bildung einer zweiten Zwischenfrequenz (ZF2) zugeführt ist,

einen Summenbildner (SUM) zur Addition der aufwärts gemischten I- und Q-Signale der zweiten Zwischenfrequenz zu einem Signal mit konstanter Hüllkurve und

eine Begrenzungsstufe (LIM) für das zusammengesetzte Signal der zweiten Zwischenfrequenz, auf welche als Auswerteschaltung ein Demodulator (DEM) folgt.

2. Empfängerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine FSK-Modulation vorliegt und der Demodulator (DEM) als Frequenzdiskriminator ausgebildet ist.

3. Empfängerschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem ersten Aufwärtsmischer (M1) ein Notch-Filter (NFI) zur Unterdrückung von Stör- und Rauschsignalen auf der Spiegelfrequenz vorgesehen ist.

4. Empfängerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verstärkerstufe (ZFV) für die erste Zwischenfrequenz (ZF1) zwischen dem ersten Aufwärtsmischer (M1) und dem ersten Doppelmischer (M2) vorgesehen ist.

5. Sendeempfänger mit einem Empfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Sendebetrieb die zu übertragenden Signale dem stellbaren Lokaloszillator (LO2) zu dessen Modulation zugeführt sind, ein Sendemischer (MS) vorgesehen ist, dem das modulierte Ausgangssignal des stellbaren Lokaloszillators (LO2) sowie das Ausgangssignal des ersten Festfrequenzoszillators (LO1) zugeführt ist, und das Ausgangssignal des Sendemischers (MS) nach Ver-

stärkung in einem Sendeverstärker (SV) als Sendesignal zur Verfügung steht.

6. Sendeempfänger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Sendebetrieb das Sendesignal über das Eingangsfilter (BP) der Antenne (ANT) zugeführt ist. 5

7. Sendeempfänger nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zu sendenden Signale ( $s_s$ ) dem stellbaren Lokoszillator (LO2) über ein zweites Filter (FIL) zugeführt sind. 10

8. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 5 bis 7, gekennzeichnet durch eine FSK-Modulation.

9. Sendeempfänger nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (FIL) ein Gaußfilter ist.

10. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Filter (TPT, TPQ) Tiefpaßfilter sind. 15

11. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Eingangsfilter (BP) ein Bandpaßfilter ist. 20

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

